

SỬ DỤNG MỘT CỬA NGƯỜI CHUI CẢI TIẾN-MANHOLE CHO HỘ BÌNH KHÍ 01M³-20M³: TÍCH HỢP ASME-TCVN 8366:2010 VÀ MÔ PHÒNG - GIÁM SÁT PHÁT XẠ ÂM

**ĐỖ TOÀN¹ - LÊ ANH HƯNG¹ - BÙI THANH LUÂN²
- LÊ CAO ĐẲNG² - NGUYỄN TƯỜNG LONG^{2*}**

¹Công ty TNHH Sản xuất - Thương mại Tân Quốc Dũng
Tan Quoc Dung Trading - Manufacturing Company Limited

²Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh
Ho Chi Minh City University of Technology,
Vietnam National University, Ho Chi Minh City, Vietnam

*Tác giả liên hệ - Email: ntlong@hcmut.edu.vn

Ngày nhận bài: 6/7/2026

Ngày sửa bài: 24/7/2026

Ngày duyệt đăng bài: 7/8/2026

Tóm tắt:

Nghiên cứu đề xuất một phương pháp kỹ thuật thống nhất nhằm tích hợp các trạng thái kỹ thuật trong cùng một mô hình đánh giá, bao gồm: (1) thiết kế theo ASME; (2) kiểm chứng theo TCVN8366; (3) mô phỏng bằng ANSYS và (4) giám sát phát xạ âm. Bình khí 2m³ thuộc Công ty Tân Quốc Dũng được lựa chọn làm mô hình chuẩn để xây dựng và kiểm chứng phương pháp, sau đó mở rộng 13 bình khí có dung tích từ 1m³ đến 20m³, cùng sử dụng cửa người chui elip (405×315mm). Kết quả cho thấy, ứng suất tương đương duy trì thấp hơn ứng suất cho phép tại cả áp suất thiết kế (16bar) và áp suất thử thủy lực (24bar). Kết quả mô phỏng phát xạ âm phù hợp với các tính toán dựa trên ASME và mô phỏng phần tử hữu hạn bằng ANSYS, không ghi nhận bằng chứng đáng kể về sự phát triển khuyết tật trong quá trình thử áp. Phương pháp được đề xuất tạo cơ sở cho đánh giá rủi ro kết cấu, dự báo tuổi thọ và phát triển các hệ thống song sinh số cho hộ bình khí trong tương lai.

Từ khóa: cửa người chui, manhole, Acoustic Emission, TCVN 8366:2010, ASME, ANSYS

A unified improved manhole design for a family of 1 - 20 m³ gas pressure vessels: Integration of ASME, TCVN 8366:2010, FEM simulation, and acoustic emission monitoring

Abstract:

This study proposes a unified engineering methodology integrating four components: ASME-based design, verification under TCVN 8366:2010, ANSYS finite element simulation, and acoustic emission monitoring. A 2 m³ gas pressure vessel was selected as the reference model and the methodology was subsequently extended to a family of 13 vessels ranging from 1 to 20 m³, all using the same 405 × 315 mm elliptical manhole. The results show that equivalent stress remains below the allowable stress under both the 16-bar design pressure and the 24-bar hydrostatic test pressure. Acoustic emission results are consistent with ASME-based calculations and ANSYS simulations, with no significant evidence of defect development during pressure testing. The proposed approach provides a basis for structural risk assessment, remaining-life prediction, and future digital-twin development.

Keywords: manhole, acoustic emission, TCVN 8366:2010, ASME, ANSYS

Kết quả từ Đỗ Toàn (2025) cho thấy:

(*). Với tải trọng 16 bar (Design Pressure): ứng suất lớn nhất của bình khí tính theo von Mises là 71 Mpa < $[\sigma] = 125$ Mpa. Bình khí an toàn về sức bền vật liệu.

(*). Vượt tải đạt 24 bar ($\approx 1.5 \times 16$ bar): ứng suất lớn nhất của bình khí tính theo von Mises là 106 Mpa < $[\sigma] = 125$ Mpa. Bình khí an toàn về sức bền vật liệu, theo Hình 3.

Tham số thiết kế chính: D (đường kính), H (chiều cao thân), t (chiều dày), axb (kích thước cửa người chui).

Thể tích phần thân trụ bình khí:

$$V_c = \frac{\pi D^2}{4} H \quad (1)$$

Thể tích phần chòm:

$$V_h = \frac{2}{3} \pi a^2 b \quad (2)$$

Thể tích tổng cộng bình khí

$$V = V_c + 2V_h \quad (3)$$

3.3. Thiết kế theo tiêu chuẩn ASME

Đối với thân trụ chịu áp suất trong, ASME

BPVC Section VIII Division:

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} \quad (4)$$

trong đó:

- t: chiều dày tối thiểu yêu cầu của thân bình (mm)
- P: áp suất thiết kế (MPa)
- R: bán kính trong của thân bình (mm)
- S: ứng suất cho phép của vật liệu tại nhiệt độ thiết kế (MPa)
- E: hệ số hiệu suất mối hàn

3.4. Kiểm chứng theo tiêu chuẩn TCVN-8366:2010

Áp suất thử

$$P_{thử} = 1.5P \quad (5)$$

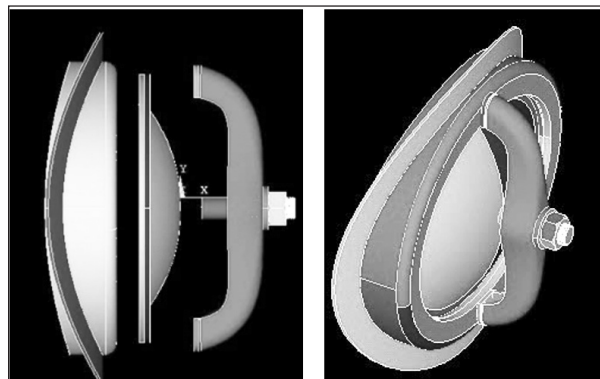
3.5. Mô phỏng FEM/ANSYS

Ứng Suất vonMises, theo công thức:

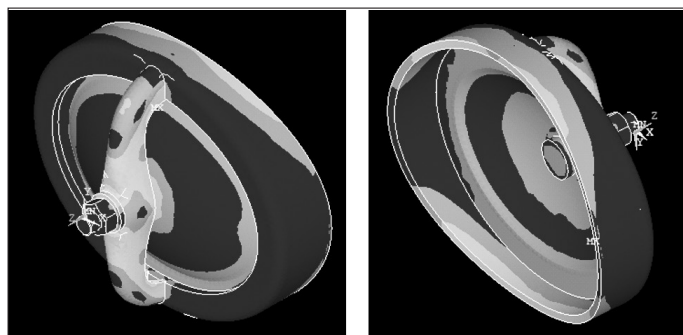
$$\sigma_{td} = \sigma_{VM} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \leq [\sigma] \quad (6)$$

σ_{td} : ứng suất tương đương; σ_{VM} : ứng suất Von Mises; $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$: lần lượt là các ứng suất chính; $[\sigma]$: ứng suất cho phép.

Hình 2. Manhole cải tiến
(405×315) mm



Hình 3. Kết quả ứng suất lớn nhất von Mises đạt 106 Mpa từ ANSYS



3.6. Mô phỏng giám sát phát xạ âm theo AE

Trong vật rắn, sóng AE thỏa:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \nabla \cdot \sigma + f \quad (7)$$

Và phương trình sóng là:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 u \quad (8)$$

Ghi chú: ASME tạo ra kích thước hình học bình khí và trạng thái thiết kế; FEM tạo ra kết quả trường ứng suất; trường ứng suất quyết định nguồn phát AE; AE trở thành giám sát của mô hình trạng thái kỹ thuật.

Trong bài báo này, mô hình trạng thái kỹ thuật từ sơ đồ Hình 1 được dùng lập trình bằng code python, với 06 ví trí chọn lựa theo phát âm là: P1 (đỉnh chòm trên), P2 (thân trên bên phải), P3 (thân trên bên trái), P4 (bên trái manhole), P5 (bên phải manhole), P6 (đáy bình) như Hình 1. Code_python_Manhole_cải_tiến được áp dụng cho bình khí 2m³ và họ bình khí 01m³- 20m³, theo Hình 4. Code này còn hiệu chỉnh và nâng cấp trong tương lai, theo hướng người dùng (USER).

Hình 4. Code python theo Manhole cải tiến



Bảng 1. Kết quả kiểm chứng cho bình khí 2m³

Thứ tự	Phương pháp	Kết luận
1	ASME	Đạt yêu cầu thiết kế
2	TCVN 8366:2010	Đạt yêu cầu chế tạo và thử áp suất khí
3	ANSYS/FEM	Đạt
4	Thử tải áp suất nước	Đạt yêu cầu thử áp suất nước
5	AE: P1, P2, P3, P4, P5, P6	Không phát hiện nguồn phát âm bất thường tại cửa người chui

Do vậy: Cửa người chui phù hợp cho bình khí chuẩn 2.0527m³ ~ 2m³, theo Bảng 1.

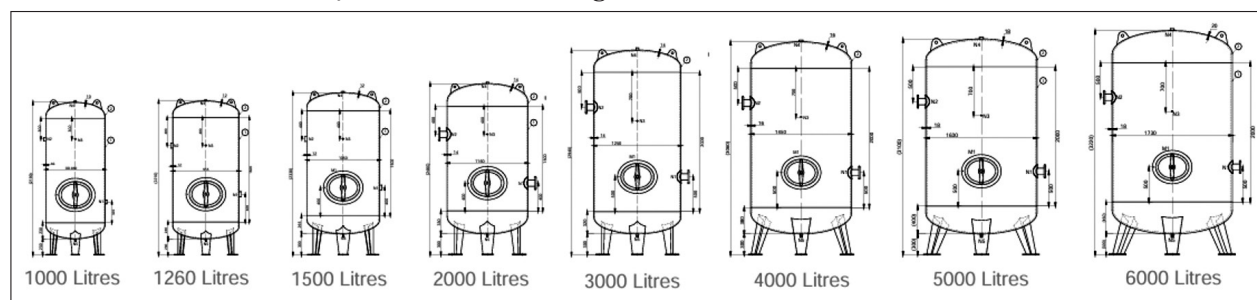
4. Mở rộng cho họ 13 bình khí 01m³- 20m³:

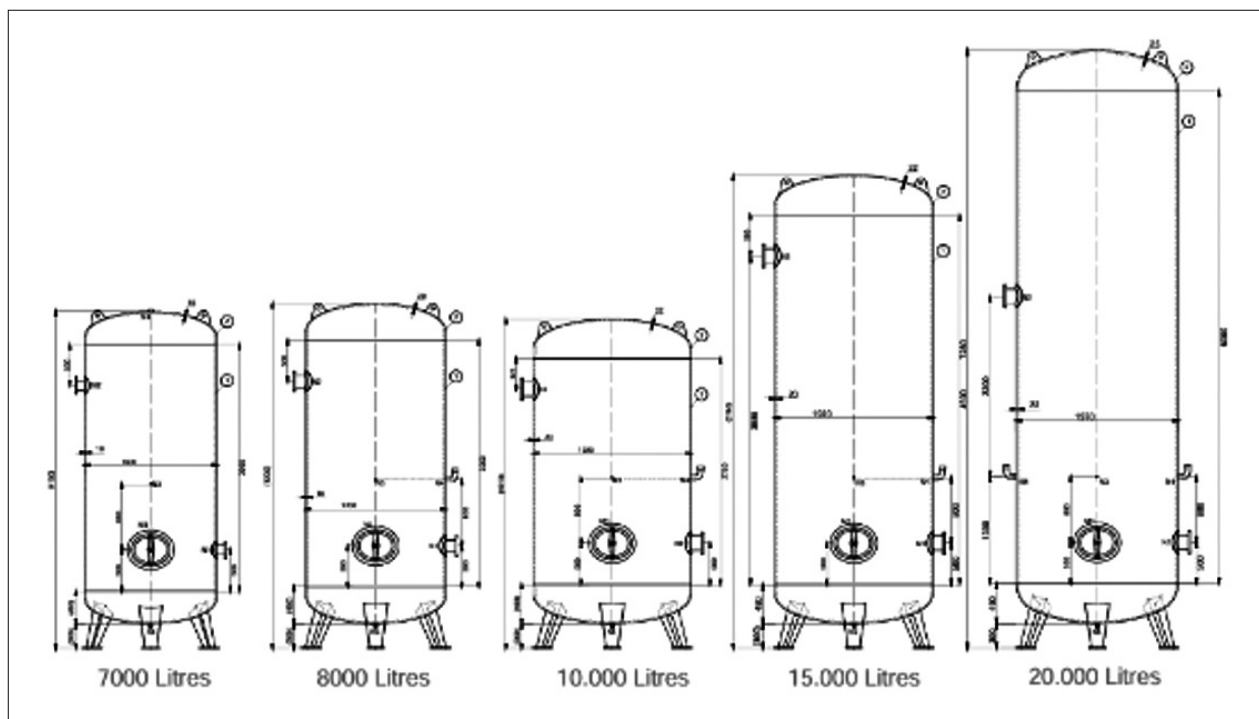
Trong bài báo này, có 5 tham số vô thứ nguyên của mỗi bình được mô tả như sau: (1) Tỷ lệ chiều ngắn cửa người chui trên đường kính bình $\alpha=a/D$, (2) Tỷ lệ chiều dài cửa người chui trên đường kính bình $\beta=b/D$, (3) Tỷ số mảnh của thân bình $\lambda=H/D$, (4) Tỷ số chiều dày $\tau=t/D$, (5) Tỷ số khoảng cách từ tâm cửa người chui đến đường hàn nối thân-chòm $\zeta=h/D$. Bên cạnh đó, có 3 hệ đánh giá độc lập (ASME, ANSYS FEM và AE) được xét tính hội tụ với sai số nằm trong giới hạn cho phép. Kết quả cho thấy, 5 tham số nằm trong miền an toàn; suy ra: 1 cửa người chui có kích thước cố định 405×315mm có thể sử dụng chung cho toàn bộ họ bình, trong Hình 5 và Hình 6.

Manhole cải tiến chưa dùng cho bình khí có thể tích nhỏ hơn 01m³, theo Bảng 2. Manhole cải tiến chưa dùng cho bình khí có thể tích nhỏ hơn 20m³. Trường hợp thể tích bình khí lớn, thuật toán dựa trên Code_python_Manhole_cải_tiến cần hiệu chỉnh lại để đáp ứng thiết kế, thử nghiệm. Theo thuật toán này, cửa người chui cải tiến phù hợp rất tốt cho các bình khí từ 02m³ đến 10m³. Tất cả bình khí trong họ 01m³- 20m³; cần thử theo điều kiện xuất xưởng của Cty TNHH SX-TM Tân Quốc Dũng, trước khi đưa vào sử dụng tại các Xưởng/ Nhà máy... Vị trí P1, P2, P3, P4, P5, P6 trong phát âm Hình 1b chính là vị trí đặt cảm biến khi thử nghiệm bằng áp suất nước (24bar).

5. Kết luận

Bài báo đề xuất phương pháp kỹ thuật thống nhất cho họ bình khí sử dụng chung cửa người chui-manhole trên cơ sở tích hợp thiết kế theo ASME, kiểm chứng theo TCVN, mô phỏng phần tử hữu hạn và giám sát phát âm. Kết quả là xây dựng thành công mô hình trạng thái kỹ thuật, trong đó các kết quả từ ASME, TCVN, FEM và Acoustic Emission không còn được xem là các kết quả độc lập mà được hợp nhất thành các hệ quan sát của cùng một trạng thái kỹ thuật, được cụ thể hóa bằng chương trình

Hình 5. Họ 13 bình khí với dung tích 01m³- 06m³, thiết kế từ AutoCAD

Hình 6. Họ 13 bình khí với dung tích 07m³- 20m³, thiết kế từ AutoCADBảng 2. Kết quả tích hợp cho họ bình khí 01m³-20m³

V [m ³]	D	H	t	h	bxa	ASME	ANSYS	AE
01	850	1500	10	300	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
01.26	955	1500	12	400	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
01.5	1050	1500	12	400	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
02	1160	1500	14	400	405×315	Chuẩn	Chuẩn	Chuẩn
03	1250	2000	14	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
04	1450	2000	16	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
05	1600	2000	18	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
06	1730	2000	18	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
07	1600	3000	18	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
08	1700	3000	18	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
10	1920	2750	20	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
15	1920	4500	20	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán
20	1970	6000	22	500	405×315	Dự đoán	Dự đoán	Dự đoán

dự đoán, bằng code python. Từ đây, kỹ thuật song sinh số được hình thành như bản sao số phản ánh trạng thái thực của bình khí được hoàn thành trong tương lai. Việc kiểm chứng trên bình chuẩn 2.000 lít cho thấy kết quả tính toán, mô phỏng và thử nghiệm có tính nhất quán cao. Ứng suất tương đương luôn nhỏ hơn ứng suất cho phép và kết quả phát âm không ghi nhận dấu hiệu phát triển khuyết tật nguy hiểm, qua đó xác nhận tính đúng đắn của giải pháp kỹ thuật. Bài báo cho thấy, khả năng tổng quát hóa của mô hình khi mở rộng thành công từ bình chuẩn 2.000 lít của Công ty TNHH Sản xuất - Thương mại Tân Quốc Dũng sang họ mười ba bình khí có cùng cửa người chui mà không cần thay đổi cấu trúc mô hình trạng thái kỹ thuật. Điều này cho thấy giải pháp được đề xuất có khả năng áp dụng cho một họ thiết bị thay vì chỉ một thiết bị đơn lẻ ■

Lời cảm ơn:

- *Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP. Hồ Chí Minh về không gian Phòng Thí nghiệm Tính toán Cơ học.*
- *Công ty TNHH OneCad Viet Nam về Bản quyền phần mềm AutoCAD2025 và Inventor2025.*
- *Công ty TNHH SX-TM Tân Quốc Dũng cung cấp thiết kế về họ bình khí 1m³ đến 20m³.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- Đỗ Toán, Lê Anh Hưng, Bùi Thanh Luân, Nguyễn Tường Long (2025). Mô phỏng ứng xử cơ học manhole của bình chịu áp lực theo tiêu chuẩn và điều kiện xuất xưởng. Tạp chí Công Thương, số 29, tr. 246-251.
- TCVN 8366:2010 (2010). Bình chịu áp lực - Thiết kế và chế tạo.
- Nguyễn Văn Phái, Trương Tích Thiện, Nguyễn Tường Long, Nguyễn Đình Giang (2003), Giải bài toán cơ kỹ thuật bằng chương trình ANSYS. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, TP. Hồ chí Minh.
- Nguyễn Lương Dũng (1993). Giáo trình Phương pháp phần tử hữu hạn trong cơ học. Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh.
- Nakamura Hideyuki (2023). (Tiếng nhật) Cơ chế tiêu chuẩn hóa về kiểm tra không phá hủy và xu hướng xem xét, xây dựng tiêu chuẩn liên quan đến thử nghiệm phát xạ âm (AE), IIC REVIEW/04. No.69.
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1 (2024). Rules for Construction of Pressure Vessels. American Society of Mechanical Engineers.
- R.R. Naber, H. Bahai, B.E. Jones (2026). A reciprocal band-limited Green's function approach for modelling acoustic emission using the finite element method, NIST.
- Hamstad, Downs và O'Gallagher (2003). Practical Aspects of Acoustic Emission Source Location by a Wavelet Transform.